



TITLE:

ガンマ線含水率測定装置を用いた コンクリートの吸水性状測定の試 み

AUTHOR(S):

平野, 裕一

CITATION:

平野, 裕一. ガンマ線含水率測定装置を用いたコンクリートの吸水性状測定の試み. 京都大学大学院工学研究科技術部報告集 2019, 16: 41-42

ISSUE DATE:

2019-06

URL:

<https://doi.org/10.14989/242875>

RIGHT:

ガンマ線含水率測定装置を用いたコンクリートの吸水性状測定の試み

平野 裕一

(京都大学大学院工学研究科技術部)

hirano.yuichi.6u@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

コンクリート構造物にとって、水は劣化因子の侵入の媒介となる、あるいは水自身がコンクリートを劣化させる要因になることがある。そして、コンクリート構造物には、打設直後や硬化後、使用中、地震時などにひび割れが発生する。こうしたひび割れが水の侵入を促しコンクリート構造物の劣化が進行する。ひび割れの大きさもさまざまであり、日視できるほどの大きなひび割れであれば対策を考えることができるが、目に見えない微細なひび割れや内部に生じるひび割れであると気づくことが困難であり劣化の進行を抑えることができず、結果的に莫大な補修費用がかかってしまうことがある。

本報告では、このような目に見えない微細なひび割れと水の侵入度合いの関係の定量的な評価を試みた。ガンマ線が水分に吸収される性質を利用し、ガンマ線含水率測定装置¹⁾を用いての吸水性状の評価および課題の整理を行った。

2. 試験概要

2.1 ガンマ線含水率測定装置の測定原理¹⁾

放射線の中で、粒子線であるアルファ線やベータ線、陽子線、中性子線に対し、ガンマ線やエックス線は電磁波であるため物質透過性は高い。今回使用するのはアメリシウム ^{241}Am の崩壊により放出されるガンマ線である。ガンマ線は物体内を透過する際に減衰するが、減衰の度合いは物体の密度や厚みにより異なる。図 1 は測定装置を模式的に示したものである。ガンマ線源から放出されたガンマ線は、スリットを有する鉛板であるコリメータを通過し、光子の束になる。そして試験体を透過し再度コリメータを通過し、ガンマ線検出用のシンチレーションカウンタであるディテクタでカウントされる。ガンマ線源からディテクタまでの距離は一定であるため、その減衰は試験体の密度や厚みの関数となり、式(1)で表される。

$$I = I_0 e^{-\rho \psi \mu l} \quad (1)$$

ここで、 I : 湿潤時の試験体のガンマ線透過量(cps)、 I_0 : 乾燥時の試験体のガンマ線透過量(cps)、 ρ : 水の密度(g/cm³)、 ψ : 単位体積あたりの含水率(cm³/cm³)、 l : 材料厚(cm)、 μ : 質量吸収係数(cm²/g) (放射性同位元素により固有の値で、線源が ^{241}Am の場合 $\mu=0.2059$)

したがって、試験体内部の単位体積あたりの含水率 ψ (cm³/cm³)は式(2)から求められる。

$$\psi = -\frac{1}{\rho \mu l} \ln \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad (2)$$

2.2 試験体

試験体は、あらかじめ作製した直径 100 mm、高さ 200 mm のコンクリート円柱試験体に対し高さ方向に載荷を行ったのち、高さ 100 mm に切断し、この切断面を浸漬面とした。その切断面から高さ方向に 35 mm でさらに切断し、浸漬面以外をエポキシ樹脂で覆い、測定する試験

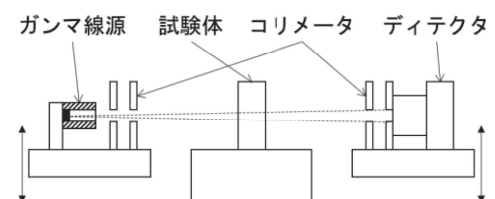


図 1. ガンマ線含水率の測定原理

体とした。載荷は耐荷力の 80 %程度まで繰り返し行い、ひずみゲージにより測定した円周ひずみと縦ひずみから体積ひずみを算出した。載荷終了 1 日後の体積ひずみを残留ひずみとし、微細なひび割れの指標とした。測定した試験体の残留ひずみは $\gamma = 0.121$ と $\gamma = 0.054$ と載荷なし $\gamma = 0$ の 3 体とした。

2.3 測定方法

本装置のコリメータのスリットの大きさは縦 5 mm、横 12 mm である。スリットを通過したものの平均が各点ごとのガンマ線透過量となる。試験体断面で測定する点を図 2 に示す。横方向を x 軸、縦方向を y 軸とし左下の点を原点にとる。測定中の乾燥により水分量が変化することをできるだけ防ぐため、測定点を測定精度が低下しない程度に減らす必要がある。今回は、図 2 に示すように横 6 点、縦 3 点の計 18 点とした。それでも測定時間は約 12 分となり水分の蒸発による測定精度の低下が懸念され、測定精度と測定時間の検討は今後も行っていく必要がある。

2.4 試験結果および考察

計算した単位体積あたりの含水率²⁾を図 3 に示す。残留ひずみ $\gamma = 0$ と比較すると $\gamma = 0.121$ や $\gamma = 0.054$ は含水率が高くなった。 $\gamma = 0.121$ や $\gamma = 0.054$ は微細なひび割れが多く、水の吸収を促進していると考えられる。 $\gamma = 0.121$ と $\gamma = 0.054$ の比較では、 $\gamma = 0.054$ の方がやや高い傾向にあった。微細なひび割れが多い $\gamma = 0.121$ は水の蒸発が容易に起こりやすく、微細なひび割れが少ない $\gamma = 0.054$ は水の保持能力がより高いと考えられる。

また、残留ひずみが大きくなるにつれて、 x 軸方向の位置による変動が大きくなる傾向にある。これは、荷重載荷の繰り返し回数が多く、より劣化したコンクリートであるほど、微細なひび割れの量も多くなり、ばらつきが大きくなると考えられる。

ここで、 $\gamma = 0.121$ の $x = 0$ で一部の含水率がマイナスの値となっている。試験体の端部であるため、ガンマ線の一部が試験体の外側を通過したと考えられ、位置決めが難しいことがわかる。

3. おわりに

ガンマ線含水率測定装置の吸水性状の評価試験に関して、残された課題を以下に記す。

- (1) 測定中に水が蒸発してしまうことに対し、適切な測定点の数の決定方法。
- (2) 位置決め、座標の取り方の精度を上げる方法。

参考文献

- 1) 小椋大輔, 銚井修一, ガンマ線による含水率測定装置を用いた発泡系断熱材の結露性状, 日本建築学会近畿支部研究報告集, 2005 年, D-2 分冊, 353-356
- 2) 三歩一奏人, 塩害環境下におけるコンクリート表層部への塩分侵入に関する研究, 京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻修士論文, 2017 年, 42-66

※本稿は「平成 30 年度 機器・分析技術研究会 秋田大会 報告集」に掲載されたものです。

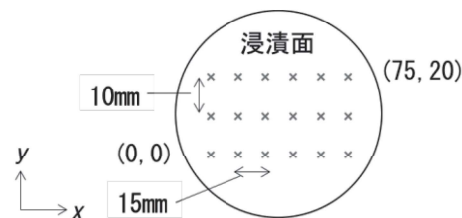
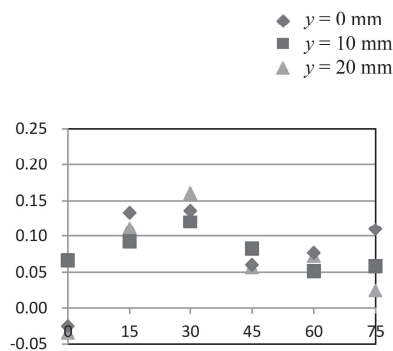
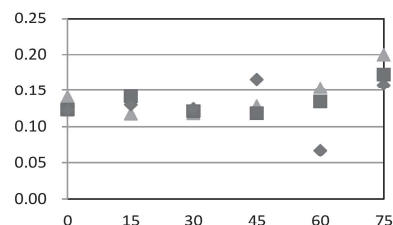


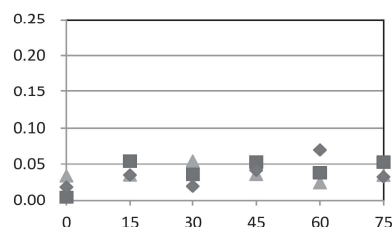
図 2. 含水率の測定点 (試験体断面)



$\gamma = 0.121$



$\gamma = 0.054$



$\gamma = 0$

縦軸：単位体積あたり含水率 ψ 、
横軸： x 座標

図 3. 単位体積あたりの含水率²⁾